Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science
Régions du Pacifique et des Maritimes
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2016/003

ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE DE L'ÉCOLOGIE MARINE POUR LES RÉGIONS DU PACIFIQUE ET DES MARITIMES

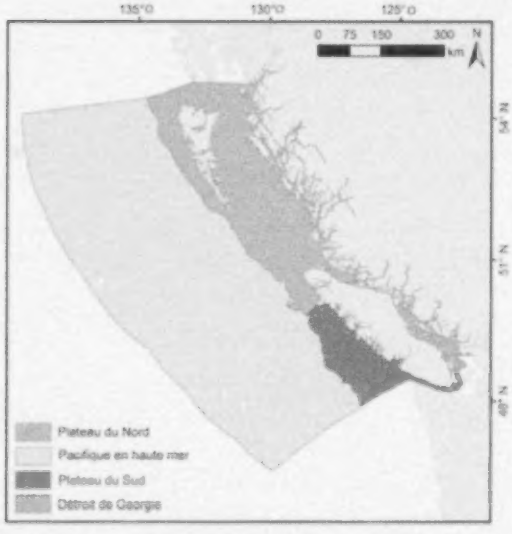

Figure 1. Les quatre biorégions des eaux canadiennes de l'océan Pacifique désignées à l'aide d'un processus national du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) [MPO 2009].

Figure 2. Les trois biorégions des eaux canadiennes de l'océan Atlantique désignées à l'aide d'un processus national du SCCS (MPO 2009).

Contexte :

La nécessité d'élaborer un système de classification hiérarchique de l'écologie marine pour classifier la structure et la répartition du biote marin et des habitats du Canada à différentes échelles spatiales a été reconnue à l'échelle régionale, nationale et internationale pour faire en sorte que l'ensemble des habitats, des communautés et des écosystèmes soient efficacement représentés dans la planification spatiale marine et qu'une approche structurée soit utilisée pour tenir compte de la biodiversité à l'échelle locale, régionale et du bassin.

Douze unités biogéographiques (biorégions) importantes ont été désignées pour les trois océans du Canada pendant un processus d'examen par les pairs du SCCS du MPO (MPO 2009). Chacune des grandes unités biogéographiques peut être découpée ou divisée en unités spatiales plus petites, mais significatives sur le plan écologique pour la planification spatiale marine. La région du Pacifique du MPO (MPO 2013), grâce à un processus du SCCS, a établi un cadre conceptuel pour découper ou diviser les biorégions en unités spatiales hiérarchiques plus petites en fonction de leurs caractéristiques écologiques, c'est-à-dire un système de classification hiérarchique de l'écologie marine (SCHEM).

Les applications indépendantes du cadre conceptuel des régions du Pacifique et des Maritimes ont mené à l'élaboration d'un système harmonisé de classification de l'écologie marine qui fournit une classification systématique et spatialement explicite des écosystèmes benthiques à des échelles

multiples, une base de données de renseignements à référence spatiale pour repérer et positionner les principales propriétés écologiques et un ensemble de données à référence spatiale qui peuvent être intégrées aux autres couches de données (p. ex. sociales, économiques) afin de guider les initiatives de planification spatiale marine. Ces résultats sont destinés à appuyer la planification et la conservation spatiale du milieu marin, en particulier la conception d'un réseau d'aires marines protégées (AMP), dans les régions du Pacifique et des Maritimes.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 29 septembre au 2 octobre, examen zonal par les pairs de 2015 sur l'évaluation des systèmes de classification hiérarchique de l'écologie marine pour les régions du Pacifique et des Maritimes. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

SOMMAIRE

- Deux applications d'un cadre conceptuel de système de classification hiérarchique de l'écologie marine (SCHEM) (MPO 2013) ont été examinées pendant une réunion d'examen zonal par les pairs tenue du 29 septembre au 2 octobre 2015. Le cadre conceptuel a été appliqué de façon indépendante pour découper les biorégions du plateau du nord et du plateau sud de la région du Pacifique (BPNP et BPSP) du MPO et la biorégion du plateau néo-écossais des Maritimes du MPO (BPNEM) en de plus petites unités spatiales hiérarchiques en fonction des caractéristiques écologiques.
- Une classification harmonisée des écosystèmes benthiques fondée sur les résultats de la région du Pacifique et des Maritimes a été mise en place et est recommandée pour les futures demandes de classification benthique. Le SCHEM harmonisé constitue une révision de la classification proposée au MPO (2013) et compte onze (11) niveaux. Des approches ont été mises en place pour remplir les niveaux 4 à 7 (sous la biorégion). Bien que cette classification soit hiérarchique en termes d'échelles spatiales, ce ne sont pas toutes les unités ou tous les niveaux qui sont parfaitement ancrés dans le niveau ou l'échelle ci-dessus. Par exemple, une seule unité géomorphologique (niveau 5), comme un creux barométrique, peut s'étendre sur plusieurs unités biophysiques (niveau 4).
- Les classifications des régions du Pacifique et des Maritimes représentent des variantes de la même approche. La classification de la région du Pacifique sur le plan biophysique (niveau 4) est principalement fondée sur les données biologiques et environnementales, et la classification des Maritimes est principalement fondée sur les données environnementales qui sont pondérées avec l'information provenant des analyses biologiques antérieures dans la région. Il convient de mentionner que des méthodes autres que celles qui ont été examinées dans le cadre de ce processus pourraient être appropriées pour classer les zones en unités écologiques à différents niveaux de la hiérarchie.
- Les méthodes utilisées pour élaborer et remplir les niveaux dans le SCHEM harmonisé et la délimitation des unités biophysiques (niveau 4) et géomorphologiques (niveau 5) qui en découlent dans les cartes de classification pour la région du Pacifique sont solides et conviennent à leur objectif prévu d'appuyer et d'éclairer les initiatives de planification spatiale marine en ce qui concerne les tendances en matière de diversité d'habitats et de communautés à de multiples échelles spatiales, particulièrement la réalisation de la représentativité et de la répétitivité des critères de conception du réseau d'AMP. Les limites entre les unités biophysiques pourraient représenter des zones de transition plutôt que des indices absolus de la différentiation spatiale entre les habitats ou les collectivités

en tenant compte de l'échelle de l'analyse et pourraient constituer une importante unité biophysique en soi.

- Pour la région des Maritimes, en raison des différences dans les couches océanographiques et bathymétriques, ce qui a limité l'interprétation de la couche des unités biophysiques qui en découlent, il a été convenu qu'il serait préférable d'utiliser les couches océanographiques et bathymétriques séparément dans les futures initiatives de planification spatiale marine dans la région, plutôt que d'utiliser la couche des unités biophysiques. On recommande de procéder à une enquête sur les tendances spatiales dans la composition des espèces et dans les données environnementales à plusieurs variables sur l'ensemble du plateau néo-écossais dans la région des Maritimes afin de déterminer si des tendances biogéographiques et écologiques similaires de communautés d'espèces se maintiennent à l'échelle biophysique, c.-à-d. si elles fournissent une certaine validation des unités biophysiques définies uniquement par les données environnementales.
- Il n'a pas encore été possible de définir d'« unité » côtière ou littorale sur le plan biophysique (niveau 4) dans la région du Pacifique étant donné l'insuffisance de données à l'échelle appropriée. La délimitation de cette unité peut avoir une incidence sur les limites des unités biophysiques adjacentes.
- L'outil de modélisation du terrain benthique a été utilisé dans la région du Pacifique afin de définir les unités géomorphologiques de niveau 5 sur le fond marin qui sont censées avoir d'importantes associations d'espèces; toutefois, ces corrélations biologiques n'ont pas été validées. Les résultats actuels sont probablement suffisants pour commencer la planification spatiale marine, mais d'autres travaux visant à mieux caractériser ces classifications en fonction de leurs associations d'espèces sont recommandés.
- On a proposé un modèle de parcelles de hauts-fonds s'appuyant sur les données sur le substrat pour décrire l'habitat dans les eaux côtières de moins de 50 m de profondeur, mais celui-ci n'a pas été évalué pour remplir les unités du biotope de niveau 6 dans la région du Pacifique. D'autres travaux sont recommandés pour enquêter sur son application dans les eaux plus profondes, et faire face à des problèmes d'échelle. D'autres méthodes qui intègrent l'information biologique pourraient aussi être appropriées et devraient être identifiées et étudiées.
- Une méthode de classification du biotope dans la région des Maritimes fondée sur les caractéristiques du substrat a été présentée pour l'unité biophysique côtière uniquement, comme les données sur les substrats côtiers sont les seules données à haute résolution disponibles pour toute la région. On recommande d'appliquer des modèles de substrat pour classifier les unités de biotope là où les données biologiques ne sont pas disponibles.
- Le niveau 7 (faciès biologique) pourrait être représenté par des espèces ou des habitats focaux, car l'éventail complet des données biologiques avec une résolution et une échelle suffisantes n'est disponible à l'heure actuelle dans aucune des régions. On recommande de recueillir toutes les données disponibles sur la répartition des unités des faciès biologiques à petite échelle de niveau 7 (p. ex. récifs d'éponges siliceuses, zostère et bancs de varech) et d'élaborer et d'évaluer des modèles afin de prévoir les aires de répartition de ces habitats dans la BPNP et la BPSP.
- On recommande l'élaboration et la mise en œuvre d'un système de classification des systèmes pélagiques à l'aide du SCHEM benthique harmonisé en tant que modèle.

- Les classifications des régions des Maritimes et du Pacifique n'incluent pas la zone intertidale, bien que cette unité ait été classée de façon indépendante dans chaque région. Comme la zone intertidale peut avoir une valeur pour certains processus de gestion, il est recommandé de mener une enquête plus poussée sur l'intégration appropriée de ces classifications à une unité côtière ou littorale.
- Des bases de données géospatiales pour gérer les données spatiales et les couches sont une composante essentielle du SCHEM harmonisé. Un soutien continu pour maintenir cette base de données est important pour l'application réussie du SCHEM pour éclairer les décisions de gestion. La collaboration entre les programmes du MPO qui participent à des initiatives de planification spatiale marine (p. ex. planification des AMP, préparation et intervention en milieu marin, aquaculture, protection des pêches) est recommandée pour mettre au point une base de données géospatiales accessibles et complètes et éviter le dédoublement des efforts et les incohérences dans les produits.
- Afin de remplir les niveaux de résolution plus élevée du SCHEM, il est recommandé d'examiner plusieurs ensembles de données, notamment (sans s'y limiter) des évaluations environnementales réalisées par des tiers, des connaissances écologiques locales, des connaissances des Premières Nations, des études sur le choix des sites d'aquaculture, des études universitaires et des collections des musées afin de maximiser l'inclusion de données biologiques dans la mesure du possible et s'il y a lieu.

INTRODUCTION

La nécessité d'élaborer un SCHEM pour classifier la structure et la répartition du biote marin et des habitats du Canada à différentes échelles spatiales est reconnue à l'échelle régionale, nationale et internationale pour diverses raisons, notamment les suivantes :

- faire en sorte que tous les types d'habitats, de communautés et d'écosystèmes soient représentés efficacement dans les initiatives de planification spatiale marine en fonction de leurs caractéristiques écologiques;
- faire en sorte qu'une approche structurée soit utilisée pour tenir compte de la biodiversité à l'échelle locale, régionale et du bassin.

Dans le cadre d'un processus d'examen par les pairs, le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) de Pêches et Océans Canada (MPO) a cerné 12 grandes unités biogéographiques (biorégions) dans les trois océans du Canada (MPO 2009). Chacune de ces unités biogéographiques peut être découpée ou divisée en unités plus petites, mais significatives du point de vue écologique. Un processus d'examen par les pairs du SCCS effectué dans la région du Pacifique du MPO a établi un cadre conceptuel (le système de classification de l'écologie marine du Pacifique [SCEMP]) pour l'élaboration d'un système régional de classification hiérarchique de l'écologie qui pourrait être utilisé pour découper les biorégions en unités spatiales de plus petite échelle (MPO 2013). Ce cadre conceptuel a été appliqué de façon indépendante aux biorégions des plateaux du nord et du sud de la région du Pacifique du MPO (Rubidge *et al.*[1]) et à la biorégion du plateau néo-écossais de la région des

[1] Rubidge, E., Gale, K.S.P, Curtis, J.M.R., McClelland, E., Feyrer, L, Bodtker, K. et Robb, C. Méthodes d'application du système de classification de l'écologie marine du Pacifique (SCEMP)aux biorégions des plateaux nord et sud. Document de travail du CASP 2014OCN02a. En cours de révision.

Maritimes du MPO (Greenlaw *et al.*[2]). Les classifications qui en découlent décrivent la diversité de l'habitat et des communautés benthiques à différentes échelles spatiales.

Dans les régions du Pacifique et des Maritimes, le Secteur des océans du MPO a demandé au Secteur des sciences de fournir une évaluation des méthodes et des classifications connexes pour les biorégions des plateaux du nord et du sud et la biorégion du plateau néo-écossais à l'appui des initiatives de planification spatiale marine et de conservation. Le but proximal est d'utiliser ces descriptions de l'habitat benthique et de la diversité des communautés pour atteindre la représentativité et les critères de répétition de la conception du réseau d'aires marines protégées (AMP) dans chaque biorégion. En fin de compte, la classification vise à éclairer les processus de planification spatiale marine et de conservation gérés par le MPO à des échelles spatiales locales ou régionales. Ces applications du SCHEM devraient être informatives pour d'autres décisions en matière de gestion écosystémique du MPO à des échelles régionales et locales dans toutes les eaux marines canadiennes.

ÉVALUATION

Les classifications du Pacifique et des Maritimes sont des variations de la classification conceptuelle (MPO 2013) et diffèrent selon les types de données disponibles dans chaque région. La classification de la région du Pacifique au niveau biophysique (niveau 4) est principalement fondée sur les données biologiques et environnementales, et la classification des Maritimes est principalement fondée sur les données environnementales pondérées par les résultats provenant des analyses biologiques antérieures dans la région. Ces différences dans la disponibilité des données ont mené à certaines variations propres aux régions dans le nombre et le type des zones classifiées. Les méthodes utilisées dans chaque application régionale ne sont peut-être pas les seules méthodes appropriées pour atteindre les buts d'un SCHEM.

Système de classification hiérarchique de l'écologie marine

Un SCHEM « harmonisé » pour les écosystèmes benthiques a été élaboré en fonction des applications des régions du Pacifique et des Maritimes du MPO (tableau 1), et ce SCHEM opérationnel est recommandé pour les futures applications benthiques. On a besoin d'un modèle de classification des habitats pélagiques et des systèmes de communautés à l'aide de la classification harmonisée des milieux benthiques dans les deux régions. Comme les processus biologiques et environnementaux, et les interactions dans les systèmes benthiques et pélagiques, différeront sur les plans de l'étendue spatiale et de la répartition, un système de classification hiérarchique de l'écologie marine pour les écosystèmes pélagiques peut différer de la structure du SCHEM élaborée ici pour les écosystèmes benthiques.

L'effort d'harmonisation est axé sur les niveaux 4 à 8. Les niveaux 1 à 3 (domaine, province, biorégion) et les niveaux 9 à 11 (espèces, populations, gènes) demeurent tels qu'ils sont exposés dans la hiérarchie conceptuelle (MPO 2013). Le SCHEM harmonisé (tableau 1) est hiérarchique et fondé sur des échelles spatiales (l'échelle devient plus petite aux niveaux supérieurs), mais ce ne sont pas toutes les unités ou tous les niveaux qui sont parfaitement ancrés dans l'échelle ou le niveau ci-dessus.

[2] Greenlaw, M., Smith, K. Rubidge, E. et Martin, R. Système de classification de l'écologie marine infratidale pour représenter la diversité des espèces et les tendances de répartition dans la région des Maritimes. Document de travail du CASP 2014OCN02b en cours de révision.

Tableau 1. Système de classification hiérarchique de l'écologie marine opérationnel en fonction des applications du cadre conceptuel dans les régions des Maritimes et du Pacifique du MPO (MPO 2013). Le texte en gris provient du cadre conceptuel et n'a pas fait l'objet de discussion.

Niveau	Unité de mesure	Échelle spatiale	Résolution spatiale	Description des milieux benthiques
1	Milieu	10 000 km	10 000 km^2	Unités géographiques à grande échelle, p. ex. l'océan Pacifique Nord.
2	Province	1 000 km	~100 km^2	Unités géographiques à grande échelle, p. ex. blocs continentaux, bassins et plaines abyssales.
3	Biorégions	1 000 km	~10-100 km^2	Processus océanographiques physiques à petite échelle distincts et récurrents (p. ex. séparation entre les régions du courant d'Alaska et du courant de Californie). De la recherche et une analyse sont nécessaires pour comprendre la façon dont la diversité des espèces marines diffère entre ces biorégions.
4	Caractéristiques biophysiques	100-1000 km	~10-100 km^2	Des conditions ou processus océanographiques et physiographiques distincts, y compris la bathymétrie, liés à la composition biotique si les données sont disponibles ou s'il existe des données probantes dans la documentation scientifique.
5	Caractéristiques géomorphologiques	100 km	1-10 km^2	On suppose que des structures géomorphologiques discrètes ont des assemblages biologiques différents; définis individuellement selon la forme, la taille et la variation topographique. Pourrait couvrir d'autres niveaux de la hiérarchie.
6	Biotopes (communautés et habitats)	100 m-100 km	100 m^2 - 1 km^2	Des assemblages taxonomiques distincts caractérisés par des facteurs environnementaux et le substrat connexes.
7	Faciès biologiques	100 m	<10 m^2	Groupes d'espèces fondatrices ou d'habitats biogéniques désignés par une ou plusieurs espèces indicatrices. Les faciès biologiques sont épars et ancrés dans des biotopes. La plupart des exemples sont des habitats biogéniques, p. ex. les récifs d'éponge siliceuse, les coraux, les herbiers de zostère, les forêts de varech.
8	Micro-assemblage	10 m	< 1 m^2	Assemblages distincts d'espèces souvent hautement spécialisées. Par exemple, les communautés crampons des forêts de varech.
9	Espèce	-	-	Unités taxonomiques opérationnelles
10	Populations	-	-	Sous-groupes spatialement structurés d'une espèce; comprend des phénotypes, des unités évolutionnaires significatives, des unités de conservation
11	Gènes	-	-	Allèles et séquences d'ADN

Par exemple, des unités géomorphologiques (niveau 5), comme les creux barométriques, peuvent s'étendre sur plusieurs unités biophysiques (niveau 4). Les sous-divisions au sein de chaque niveau peuvent être souhaitables pour capturer des modèles précis et ont été utilisées dans les applications des régions du Pacifique et des Maritimes. On recommande que des descriptions et une nomenclature types soient utilisées pour définir des unités

géomorphologiques (cuvettes, bancs, augmentations, etc.), comme celles proposées par Greene *et al.* (1999). Un faciès biologique sera ancré dans un biotope, mais un biotope ne contient pas nécessairement de faciès biologique. De la même façon, un microassemblage sera toujours ancré dans un biotope, mais pas toujours dans un faciès biologique. Le SCHEM harmonisé appuie la conclusion que les méthodes mises au point pour les niveaux 4 et 5 conviennent à la caractérisation des habitats et des communautés dans chaque région.

On a fait la démonstration de méthodes pour classifier les écosystèmes benthiques aux niveaux 4 et 5 ou supérieurs, à l'exception des zones côtières de la région du Pacifique. Certaines méthodes ont été proposées pour la classification de niveau 6 (biotopes), mais la classification à ce niveau n'a été effectuée dans aucune des régions en raison des données limitées. Les données qui sont à la fois mieux résolues et largement réparties à l'échelle régionale sont nécessaires afin de définir avec précision les unités du biotope. Il est recommandé de poursuivre le traitement de ces données à haute résolution et la classification des unités du biotope et du faciès biologique au fil du temps, car la classification à haute résolution sera utile à la planification spatiale marine et aux décisions de gestion concernant le Programme de protection des pêches du MPO, le Programme des espèces en péril du MPO et les secteurs de gestion de l'aquaculture du MPO. Dans l'intervalle, les données actuellement disponibles et les classifications de chaque région sont adéquates pour appuyer les objectifs actuels de planification spatiale marine, notamment le respect des critères de représentativité et de répétitivité dans la conception des réseaux d'AMP. Il est important de noter, au moment de déterminer les unités de la classification, que le crénelage des données, c'est-à-dire les différences dans les échelles spatiales ou temporelles et la résolution des ensembles de données biologiques et environnementales, peut nuire à la détection d'associations écologiques significatives entre les données biologiques et environnementales et, par conséquent, l'emplacement des limites entre les unités adjacentes. Les classifications des régions des Maritimes et du Pacifique n'ont pas été appliquées à la zone intertidale, bien que cette unité ait été classée de façon indépendante dans chaque région. Il est recommandé de mener une enquête plus poussée sur l'intégration de ces classifications à une unité côtière ou littorale.

Biorégions du plateau du nord et du plateau du sud du Pacifique

La biorégion du plateau du nord du Pacifique (BPNP) couvre environ 102 000 km^2 à partir de la frontière Canada-Alaska au nord-ouest de l'île de Vancouver, y compris les eaux de l'entrée Dixon, la côte ouest de l'archipel Haida Gwaii, le détroit d'Hécate, le bassin de la Reine-Charlotte et le détroit de la Reine-Charlotte (figure 1). La biorégion s'étend des bras de mer côtiers et du système de fjords à l'est jusqu'à la base de la pente continentale à l'ouest de l'archipel Haida Gwaii et de l'île de Vancouver. La biorégion du plateau du sud du Pacifique (BPSP) s'étend des bras de mer et des fjords le long de la côte ouest de l'île de Vancouver vers l'ouest jusqu'à la base de la pente continentale et inclut le détroit de Juan de Fuca. Ces biorégions partagent une frontière près de la péninsule Brooks (sur la côte ouest de l'île de Vancouver), ce qui correspond à l'emplacement approximatif de la zone de transition océanographique (MPO 2009), là où le courant du Pacifique Nord se divise entre le courant d'Alaska vers le nord et le courant de Californie vers le sud. Cette zone se déplace vers le nord ou vers le sud chaque année en fonction des systèmes de pression atmosphérique dominants dont les vents entraînent les tourbillons océaniques et les événements de forçage à grande échelle tels que les conditions liées à El Niño. Le système du courant de Californie au large de la côte ouest de l'île de Vancouver est caractérisé par des vents du nord-ouest et une remontée des eaux le long du bord du plateau continental qui soutiennent une productivité élevée, alors que ces mêmes vents du nord-ouest créent des conditions de plongée d'eau le long du bord du plateau continental dans le courant d'Alaska. Le plateau et la pente continentaux sont coupés

en deux par de grandes dépressions dans la BPNP et les grands canyons sous-marins dans la BPSP, y compris les canyons Barkley et Juan de Fuca.

Base de données géospatiales

Des données spatiales sur le biote et l'environnement marin existantes et pertinentes provenant de la région du Pacifique du Canada ont été compilées dans une base de données géographiques centrale. La demande initiale était axée sur les écosystèmes benthiques dans la BPSP et la BPNP, mais les données sur les espèces benthiques et pélagiques pour les quatre biorégions du Pacifique, à l'extérieur de la zone économique exclusive, ont été compilées, annotées et stockées dans une base de données géospatiales pour les applications futures. Chaque couche de données recueillie ou produite a précisé les métadonnées qui y sont associées, y compris les données sources, les références et toute analyse supplémentaire appliquées pour produire la couche. Tous les noms taxonomiques ont été comparés au World Register of Marine Species (WoRMS) ou au Système d'information taxonomique intégré (SITI) afin de vérifier s'il y a des synonymes ou des fautes d'orthographe; les dossiers portant des noms taxonomiques qui n'étaient pas présents dans l'un ou l'autre des registres ont été exclus. La base de données géospatiales contient actuellement environ 600 couches spatiales abiotiques et biotiques, qui n'ont pas toutes été utilisées dans les analyses examinées ici. Ces données sont accessibles pour des analyses à l'appui des autres objectifs liés à la conception d'un réseau d'aires marines protégées et à la planification spatiale marine en général, mais l'exactitude et l'exhaustivité de cette base de données n'ont pas été examinées dans le cadre du présent processus.

Cinquante-neuf couches de données environnementales ont été recueillies auprès de sources multiples, et une description des erreurs d'estimation potentielles ou des incertitudes connues a été enregistrée avec chaque couche. Ces couches matricielles comprennent 15 variables environnementales : la chlorophylle a, la température de la surface de la mer, la profondeur, la température au fond, la salinité au fond, la vitesse des courants autres que les marées, la vitesse et la direction des marées, la taille des particules benthiques modélisées, les indices de perturbation et l'adversité, les concentrations de nitrate, de silicate, et de phosphate, le pH et les niveaux d'oxygène dissous.

Unités biophysiques de niveau 4

Les unités biophysiques sont des zones présentant des conditions physiographiques et océanographiques distinctes et des processus qui déterminent la composition des espèces (tableau 1). Des unités biophysiques ont été définies au moyen d'analyses des tendances spatiales dans la composition des espèces et des données environnementales à variables multiples pour déterminer si les tendances biogéographiques et écologiques prévisibles des communautés d'espèces persistent à l'échelle biophysique. Cette approche biologique comportait deux étapes :

1) une analyse de concentration fondée sur la similarité de la composition des espèces entre les sites pour regrouper les sites avec des espèces semblables dans les assemblages biologiques distincts;
2) une analyse aléatoire de forêts pour définir les corrélats environnementaux des assemblages biologiques cernés par l'analyse de concentration et l'application de ce modèle pour prédire les assemblages biologiques présents dans les zones avec trop peu de données biologiques.

Une analyse des espèces indicatrices a également été menée afin de déterminer les espèces les plus fréquemment associées à chaque groupe ou unité écologique.

Les zones de la BPSP et de la BPNP ont été divisées en cellules de 4 km x 4 km (sites), et tous les poissons de fond (à l'exception des espèces pélagiques) et les espèces d'invertébrés benthiques présentes dans une cellule ont été considérées comme étant situé au même endroit. Cette approche de compilation des données tend à exagérer l'importance des espèces rares ou uniques. Toutefois, les espèces signalées dans moins de 1 % des sites ont été retirées de l'analyse, et les sites où une seule espèce a été consignée ont également été retirés, de sorte qu'ils n'obscurcissent pas les tendances relatives aux véritables similitudes entre les sites ayant généré plus de données. Tous les sites qui avaient un point d'intersection avec la terre ont été retirés de l'analyse, et les sites côtiers (sites du plateau continental du côté du rivage de la profondeur ou l'isobathe de 50 m) n'ont pas été inclus en raison du manque de données à l'échelle appropriée; la zone côtière qui devra donc être analysée séparément. Les données sur le poisson et les invertébrés utilisées dans la présente analyse ont été choisies parce qu'elles sont tirées d'ensembles de données créés à partir de relevés plurispécifiques sans limite sur le nombre d'espèces inscrites, et la couverture spatiale nord-sud du relevé couvrait la BPSP et la BPNP. Des ensembles de données localisées ou éparses ont été exclus de l'analyse sauf s'ils couvraient des sites non représentés. Seuls les dossiers taxonomiquement identifiés au niveau de l'espèce ont été utilisés dans le cadre de la présente analyse afin d'éviter les effets de confusion sur les profils des communautés qui peuvent se produire lors du mélange des niveaux taxonomiques dans la même analyse. L'ensemble de données final pour analyse comprend 96 espèces de poissons de fond et 78 espèces d'invertébrés benthiques sur 3 615 sites d'échantillonnage. Les données sur la composition des espèces ont été converties en présence-absence, et une matrice des similitudes dans la composition des espèces par paire pour chaque site par rapport à tous les autres sites ont été calculées à l'aide de la mesure de la distance β_{sim} (distance Simpson ou indice de dissimilitude de Simpson).

L'analyse de concentration des données sur la similarité de la composition des espèces a été effectuée à l'aide de la méthode des moyennes arithmétiques par paire non pondérée. Le nombre de regroupements a été déterminé à l'aide du découpage du dendrogramme à une valeur β_{sim} de 0,55. On a cerné cinq unités biophysiques présentant une équitabilité relativement élevée pour la taille du groupe qui comportaient plus de 96 % des sites (3499/ 3615 sites). Ces unités sont le plateau continental, les cuvettes, le banc Dogfish, d'autres bancs et la pente continentale (figure 3). L'analyse des espèces indicatrices associe le crabe des neiges du Pacifique (*Chionoecetes tanneri*), le grenadier pectoral (*Albatrossia pectoralis*) et le grenadier à écailles rudes (*Coryphaenoides acrolepis*) avec le groupe de la pente continentale du regroupement; la plie à points noirs (*Psettichthys melanostictus*) avec le groupe du banc Dogfish, le sébaste à bandes rouges (*Sebastes babcocki*) et le sébaste à longue mâchoire (*Sebastes alutus*) avec le groupe des cuvettes; le sébaste aux yeux jaunes (*Sebastes ruberrimus*) avec le groupe du plateau continental. Aucune espèce n'était fortement associée au groupe des autres bancs.

Une analyse de forêts aléatoires a été menée à l'aide de l'appartenance au groupe comme variable dépendante et de 14 variables environnementales comme facteurs de prévision qui ont été échantillonnées de nouveau avec une résolution de grille de 4 km correspondant aux données biologiques. Les éventails de profondeur, de salinité et de température sont considérés comme étant les facteurs de corrélation environnementaux les plus importants parmi les cinq groupes mentionnés ci-dessus. Le modèle qui en découle a été utilisé pour prévoir la répartition des cinq unités biophysiques dans l'ensemble de la zone d'étude (figure 3). Bien que l'ensemble du modèle soit conforme aux données à l'interne, l'incertitude mesurée en pourcentage des votes pour le groupe désigné a également été cartographiée. Les zones associées aux limites entre les unités présentaient une incertitude plus grande que les zones à l'intérieur du centre de chaque unité biophysique. Cette incertitude est évidente à la limite sud

du banc Dogfish, autour de l'unité des autres bancs, et tout au long de la limite entre les unités du plateau et de la pente. L'emplacement de l'incertitude est important, car elle coïncide avec les zones de transition entre les unités biophysiques adjacentes, où la composition des espèces change avec les gradients environnementaux et où on s'attend à un piètre rendement du modèle de forêts aléatoires. Une autre zone présentant un degré d'incertitude élevé dans le modèle se trouve près de l'extrémité sud de la BPSP. Le modèle fonctionne mal dans le détroit de Juan de Fuca, possiblement en raison de l'influence de courants locaux complexes, et parce que les remous de la zone ne sont pas saisis correctement dans les données environnementales à grande échelle utilisées pour prévoir les unités biophysiques.

On n'a pas officiellement défini d'« unité » côtière ou littorale (vers la côte de l'isobathe de 50 m) sur le plan biophysique (niveau 4) dans la région du Pacifique étant donné l'insuffisance de données à l'échelle appropriée. Il existe un certain nombre de façons de délimiter cette unité, y compris la bathymétrie, la distance par rapport à la côte et la zone euphotique, ou une combinaison de ces facteurs. Les résultats de la classification à des niveaux inférieurs peuvent également être pertinents pour délimiter cette unité. Il convient de mentionner que la délimitation de cette unité peut avoir une incidence sur les limites de l'unité biophysique adjacente, et il est recommandé que ces travaux soient réalisés quand les données appropriées sont disponibles.

Il n'y avait pas de limite évidente entre la BPSP et la BPNP sur la péninsule Brooks (voir MPO 2009) dans les données biologiques sur les espèces benthiques utilisées dans cette analyse. Comme cette limite a été établie à l'aide des connaissances d'experts et des données océanographiques, une ligne de démarcation peut être identifiable dans des analyses semblables de données biologiques sur les espèces pélagiques.

Unités géomorphologiques de niveau 5

Les unités géomorphologiques sont des structures géomorphologiques distinctes définies par la forme, la taille et la variation topographique sur le fond marin qui sont associées à différents assemblages biologiques (tableau 1). Bien que l'échelle spatiale des unités géomorphologiques soit ancrée dans les unités biophysiques, une seule unité géomorphologique comme une cuvette peut s'étendre sur plus d'une unité biophysique. Les données bathymétriques ayant une résolution de 75 m de Ressources naturelles Canada ont été analysées avec l'outil de modélisation du terrain benthique mis au point par les Coastal Services de la NOAA pour classer les fonds marins en fonction de caractéristiques particulières. L'outil de modélisation du terrain benthique utilise un indice de position bathymétrique pour mettre à l'échelle l'identification des caractéristiques d'intérêt.

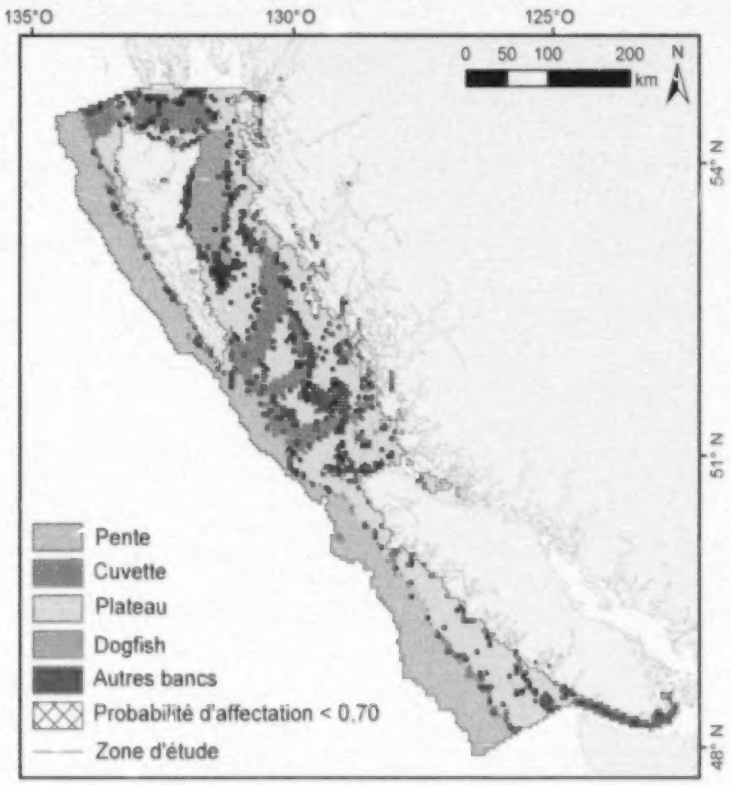

Figure 3. Classification des unités biophysiques des biorégions des plateaux du nord et du sud du Pacifique au moyen d'extrants des modélisations de forêts aléatoires. Les zones de transition sont mises en évidence par les zones de faible probabilité (< 0,70) d'affectation par le modèle de forêts aléatoires. Les probabilités sont calculées en tant que proportion des arbres dans lesquels un site est attribué à une catégorie (« crédits ») à partir du nombre d'arbres regroupés dans les forêts aléatoires (10 000).

Deux passes de l'outil de modélisation du terrain benthique avec des paramètres à grande et à petite échelle pour l'indice de position bathymétrique ont été utilisées pour définir les unités géomorphologiques sur le plateau continental (avec et sans les fjords) de la BPNP et de l'ensemble de la pente continentale dans la région du Pacifique. Les caractéristiques désignées par l'outil de modélisation du terrain benthique ont été comparées aux noms des composantes sous-marines dans le Répertoire géographique du Canada (téléchargé à partir du répertoire de données Geogratis). Les fjords du plateau continental ont été classés en tant que murs, montées, pentes, dépressions et fonds de chenaux; le plateau continental, en tant que crêtes, montées, pentes, dépressions et fonds de cuvette; et la pente continentale en tant que crêtes, pentes légères et abruptes et fonds de canyon (figure 4). Les emplacements des points des caractéristiques sous-marines de la Gazette du Canada ne correspondent pas toujours spatialement avec les caractéristiques qui ont été associées à ce nom, c,-à-d. que les emplacements des points de caractéristiques nommées dans la Gazette du Canada ne sont pas toujours exacts ou informatifs, en particulier pour les grandes caractéristiques. Même si la classification de ces caractéristiques du fond marin soutient les besoins actuels de planification spatiale marine, d'autres travaux visant à mieux caractériser ces classifications en fonction de leurs associations d'espèces sont recommandés.

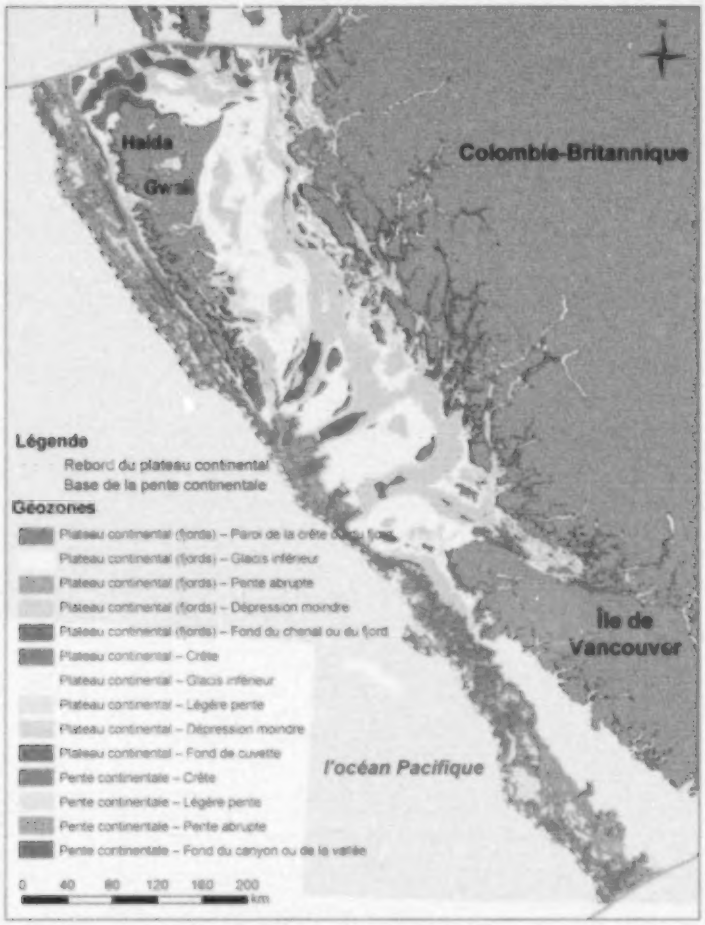

Figure 4. Classification des unités géomorphologiques du plateau continental dans la biorégion du plateau du nord du Pacifique et sur toute la pente continentale de la région du Pacifique, fondée sur une analyse à grande et à petite échelle réalisée à l'aide de l'outil de modélisation du terrain benthique.

Biotopes et faciès biologique des niveaux 6 et 7

Les unités du biotope (niveau 6) sont des assemblages taxonomiques distincts caractérisés par des substrats et des facteurs environnementaux ancrés dans l'espace au sein des unités géomorphologiques et classés par types de substrat meuble, dur ou mixte (tableau 1). À l'heure actuelle, il n'y a pas de couche de substrat ayant une résolution suffisante pour délimiter les unités de biotope et les communautés biologiques qui y sont associées dans la BPSP et la BPNP. Gregr *et al.* (2013) ont évalué le rendement écologique d'un outil de classification de l'habitat benthique côtier (le modèle de parcelles de hauts-fonds) à l'aide de la répartition observée des mollusques et ont trouvé que les observations de la panope du Pacifique (*Panopea generosa*), d'un organisme benthique et de l'oursin rouge (*Mesocentrotus franciscanus*), une espèce fortement associée aux fonds durs, étaient considérablement associées respectivement aux parcelles meubles et dures définies par le modèle. Le modèle de parcelles de hauts-fonds a été conçu pour classer les types de fond à partir de la laisse de haute mer jusqu'à 50 m de profondeur à la résolution des données disponibles et, par conséquent, ont le potentiel de classer les zones en unités de biotope. Des modifications visant

des profondeurs plus importantes et une échelle plus grossière de saisie des données devront être élaborées et évaluées avant leur mise en œuvre. D'autres méthodes pourraient également être appropriées pour classer les zones en unités de biotope.

Les unités de faciès biologique (niveau 7) sont des groupes d'espèces biogéniques ou fondatrices caractérisés par une ou plusieurs espèces indicatrices (tableau 1). Les faciès biologiques sont des substituts pour l'ensemble de la communauté d'espèces, et on s'attend à ce qu'ils soient répartis de façon éparse dans l'espace et à l'intérieur d'une unité de biotope. Des exemples de faciès biologiques de la région du Pacifique sont les habitats biogéniques comme les récifs d'éponges siliceuses, les herbiers de zostère et les forêts de varech. Ce niveau est important pour la gestion de la diversité biologique, mais la répartition des faciès biologiques à l'échelle de la BPSP et de la BPNP n'est connue qu'en partie à l'heure actuelle. L'utilisation de modèles de répartition des espèces pour cartographier la répartition connue et prévue du faciès biologique peut être une approche appropriée pour éclairer la planification de la gestion et de la conservation, pendant qu'on recueille des données plus complètes. D'autres méthodes pourraient également être appropriées pour classer les zones en unités de faciès biologique.

Biorégion du plateau néo-écossais des Maritimes

La biorégion du plateau néo-écossais s'étend le long de la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse, du chenal Laurentien au nord-est jusqu'au chenal Nord-Est au sud-ouest, y compris la baie de Fundy (figure 2). La biorégion englobe la zone située entre la ligne de côte vers l'extérieur sur tout le plateau continental, la pente continentale et la plaine abyssale dans la zone économique exclusive du Canada. Le plateau continental se caractérise par des bancs extracôtiers peu profonds, de 25 m à 100 m sous la surface de l'océan, avec des bassins profonds séparés par des cuvettes dont la profondeur varie de 160 m à 300 m et un canyon sous-marin appelé le Gully, qui fait plus de 1 000 m de profondeur (MPO 2012). Les conditions physiques présentent une variabilité considérable de la baie de Fundy, qui est en grande partie protégée de la houle de l'océan, à la côte de l'Atlantique, où la course des vagues de l'océan Atlantique est illimitée (MPO 2012). Les courants vers le sud dans le Gully mélangent les eaux extracôtières au courant de la Nouvelle-Écosse, ce qui entraîne une augmentation de la productivité biologique vers l'est sur l'ensemble du plateau continental. La limite nord-est de la biorégion le long du chenal Laurentien est la limite sud de la glace de mer dans l'océan Atlantique.

Unités biophysiques de niveau 4

Les unités biophysiques ont été délimitées à l'aide de deux couches environnementales, l'océanographie et la profondeur, pondérées par les relations biologiques établies précédemment. La couche de données océanographiques comprenait la température au fond, la salinité et la tension liée au courant, qui étaient facilement accessibles en tant que variables modélisées dans toute la BPNEM, et ont été considérées comme étant des variables explicatives de la biodiversité benthique par l'analyse de la forêt de gradients de Pitcher *et al.* (2012). Ces variables ont été pondérées en fonction de leur « importance » (un paramètre de l'analyse de la forêt de gradients) pour la structure de la composition de la biodiversité; la température benthique à 40 %, la chlorophylle a à 35 %, la salinité à 15 % et la tension liée au courant benthique à 15 %, pendant la création de la couche océanographique, qui définit dix domaines d'océanographie (figure 5, en haut). Les variables océanographiques compilées pour la couche océanographique à partir des sources de données historiques (1992 et avant) et, par conséquent, la densité initiale, la résolution et les erreurs associées à ces données ne sont pas connues à l'heure actuelle.

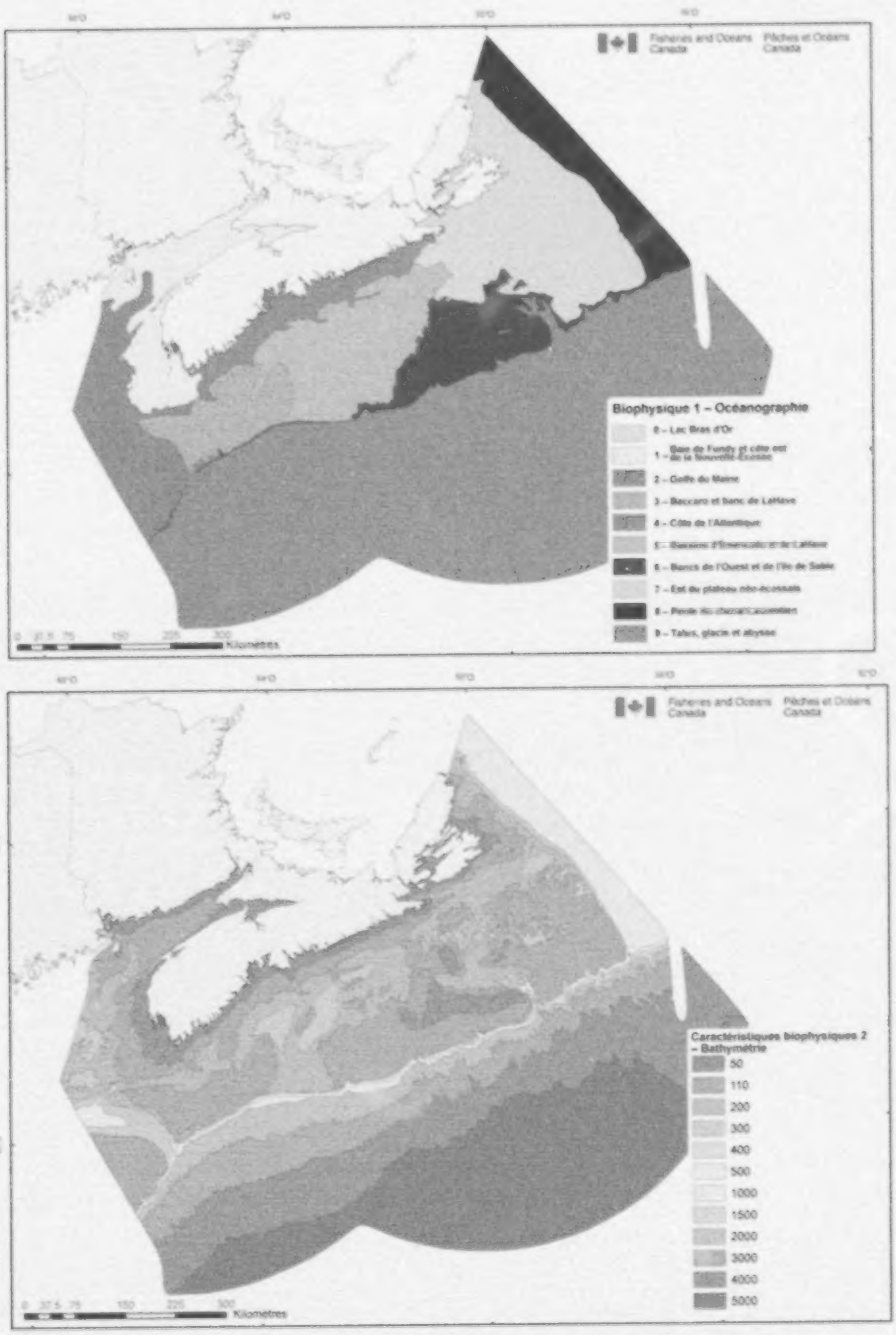

Figure 5. Différentes zones physiographiques et océanographiques liées à la composition biotique (en haut) et les zones bathymétriques (en bas) utilisées pour déterminer les unités biophysiques (niveau 4) dans la biorégion du plateau néo-écossais. Les couches océanographiques et bathymétriques sont fondées sur les résultats de l'analyse de la forêt de gradients (Pitcher et al. *2012) à l'aide de données provenant du golfe du Maine et des deux tiers du plateau néo-écossais.*

Des zones de profondeur ont été calculées à partir des données bathymétriques à haute résolution (de 1 à 10 m) [figure 5, en bas]. Les points de rupture définissant les zones ont été désignés le long du gradient de profondeur en fonction des changements dans les tendances relatives à la diversité et à la répartition des espèces et des habitats provenant d'une analyse de la forêt de gradients (Pitcher *et al.* 2012) utilisant les données du golfe du Maine et des deux tiers du plateau néo-écossais. Les couches de données océanographiques et bathymétriques dans la figure 5 ont été superposées pour définir les unités biophysiques, et les limites de cette couche d'unités biophysiques ont été lissées là où les chevauchements entre les couches de données océanographiques et bathymétriques ont été séparées dans l'espace. Toutefois, en raison des différences dans les couches océanographiques et bathymétriques, ce qui a limité l'interprétation de la couche des unités biophysiques, il a été convenu qu'il serait préférable d'utiliser les couches océanographiques et bathymétriques séparément dans les futures initiatives de planification spatiale marine, plutôt que d'utiliser la couche des unités biophysiques. Une unité côtière a été classée séparément en fonction des variables océanographiques et géologiques et a permis de définir 14 unités biophysiques.

Même si le système de classification du SCHEM soutient les besoins des initiatives actuelles de planification spatiale marine, il faudra mener une enquête sur les tendances spatiales dans la composition des espèces et dans les données environnementales à plusieurs variables sur l'ensemble du plateau néo-écossais afin de déterminer si des tendances biogéographiques et écologiques similaires de communautés d'espèces se maintiennent à l'échelle biophysique dans la région des Maritimes du MPO, c.-à-d. si elles fournissent une validation des unités biophysiques définies uniquement par les données environnementales.

Unités géomorphologiques de niveau 5

Des unités géomorphologiques ont été établies pour les zones extracôtières suivant Fader (2007[3]), qui ont été appliquées au golfe du Maine et au plateau néo-écossais. Cette classification a été modifiée afin d'inclure les bras de mer, les zones complexes sur le plan topographique, les battures, les canyons, la pente, le glacis continental et la plaine abyssale (figure 6). Dans la zone côtière, les bras de mer sur la côte de l'Atlantique se sont joints aux unités géomorphologiques extracotières et ont été élargis afin d'englober les bras de mer dans la baie de Fundy et le long de la côte du cap Breton (figure 6). Six unités géomorphologiques de résolution grossière ont été classifiées, notamment des mers intérieures, un plateau intérieur, un plateau, une pente, un glacis continental et une plaine abyssale. Ces unités correspondent à la planification des régions utilisées dans la région des Maritimes. Des unités géomorphologiques à haute résolution ont également été délimitées, y compris les bras de mer, les bancs, les bassins, les battures, les chenaux, les bancs complexes du point de vue topographique, les bassins complexes sur le plan topographique et les canyons. Des unités géomorphologiques à résolution grossière et à haute résolution ont été combinées pour créer la couche des unités géomorphologiques (niveau 5 : figure 6).

Biotopes de niveau 6

Une méthode de classification du biotope fondée sur les caractéristiques du substrat a été présentée pour l'unité biophysique côtière uniquement, comme les données sur les substrats côtiers sont les seules données à haute résolution disponibles pour toute la région. Les renseignements sur les substrats des autres unités biophysiques constituent une importante lacune dans les données. Des variables comme la granulométrie superficielle, la taille des

[3] B. J. Fader, 2007. A classification of bathymetric features of the Gulf of Maine. Rapport non publié de l'expert-conseil à WWF-Canada.

grains dominants, l'éventail de tailles des grains et le type benthique principal (fonds durs, mixtes et meubles) ont été utilisées dans la classification préliminaire des unités du biotope dans la zone côtière, ce qui reflète l'histoire glaciaire de la région. Plus de 60 % des sédiments du plateau continental sont principalement des reliques, présentant des caractéristiques des milieux passés avec peu d'influence moderne, ce qui est problématique pour les descriptions de l'habitat fondées sur des données biologiques. Par exemple, la classification de till (dérive du plateau néo-écossais) offre une vaste gamme de mélanges de boue, de sable et de gravier qui doivent être résumés dans une unité cohérente de sédimentation (till) déposés directement par les glaces de glacier en tant que moraine. Il est recommandé que ces modèles de substrat soient appliqués pour classifier les unités de biotope quand les données biologiques ne sont pas disponibles.

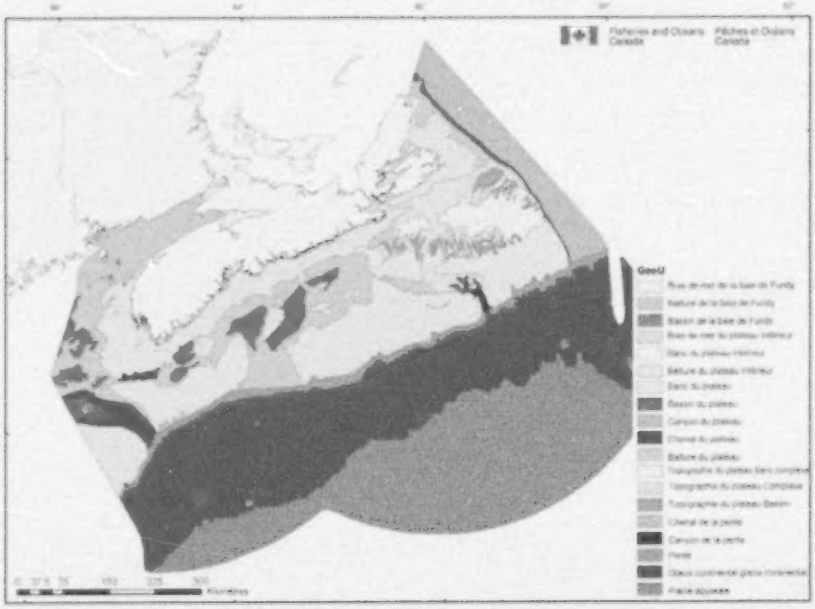

Figure 6. Les unités géomorphologiques (niveau 5) cernées dans la biorégion du plateau néo-écossais à l'aide d'une version modifiée de la classification des caractéristiques géomorphologiques de Fader (2007) pour le golfe du Maine et le plateau néo-écossais.

Applicabilité aux processus de planification spatiale marine du MPO

L'objectif du SCHEM harmonisé (tableau 1) est d'appuyer la prise de décisions de gestion à de multiples échelles spatiales. Les données spatiales peuvent être utilisées dans de nombreux processus de prise de décision du MPO liés à la planification spatiale marine et à la conservation, et de multiples échelles spatiales peuvent être utilisées dans ces décisions (p. ex. tableau 2). Le niveau spatial utilisé pour appuyer la prise de décisions dépendra des objectifs spécifiques à atteindre. Le tableau 2 représente une première approximation du contexte actuel du MPO, et les applications futures des données spatiales peuvent être différentes.

Sources d'incertitude

Les applications du SCHEM dans les régions du Pacifique et des Maritimes du MPO portaient principalement sur la méthodologie, les analyses et les classifications des écosystèmes

benthiques à de multiples échelles spatiales. Les classifications des écosystèmes pélagiques se situaient au-delà de la portée de ce travail.

Une classification hiérarchique repose sur des substituts physiques et environnementaux représentant les tendances dans l'habitat et la structure de la communauté qui pourraient ne pas fonctionner aussi bien que des classifications s'appuyant sur des données biologiques quand vient le temps de respecter le critère de la représentativité de la biodiversité dans la planification de la conservation.

Des données biologiques provenant de plusieurs sources, chacune étant associée à ses propres biais, sont mises en commun dans le cadre de la présente analyse avec un effet inconnu sur les résultats. D'importantes lacunes en matière de données ont été constatées dans certains secteurs, p. ex. les caractéristiques côtières n'ont pas été déterminées comme un domaine biophysique dans la région du Pacifique en raison de données insuffisantes aux échelles appropriées ce qui pourrait influer sur les limites des unités adjacentes.

L'emplacement et les limites de certaines unités spatiales peuvent changer au fil du temps en raison de l'évolution des processus environnementaux, des conditions et des interactions en réaction à des phénomènes mondiaux comme le changement climatique. L'application des méthodes examinées ici produit un instantané de l'habitat et de la structure de la communauté, mais ne tient pas compte des changements temporels. Le changement temporel peut être facilité par l'élaboration d'un processus pour la mise à jour du système et des données sources utilisées pour les classifications sur une base continue, y compris les composantes utilisées pour définir les unités biophysiques. Une approche de prévision, où les données sources sont mises à jour à l'aide des prévisions océanographiques et où la classification est repensée, fournit un moyen d'évaluer le changement temporel prévu selon différents scénarios climatiques.

Tableau 2. Des échelles proposées des données (portée et résolution) pour certains des enjeux de gestion auxquels le MPO fait face à l'heure actuelle. Les enjeux de gestion présentés dans le présent document ne constituent pas une liste exhaustive des besoins de planification spatiale marine. Des objectifs précis liés à la prise de décisions détermineront le niveau spatial nécessaire. Le gris foncé indique que l'information spatiale à un niveau donné devrait être utilisée pour la prise de décisions et le gris pâle indique qu'il y a moins de certitude parmi les participants à la réunion pour l'utilisation de l'information spatiale pour la prise de décisions. Le blanc indique qu'un niveau ne devrait pas être utilisé dans la prise de décisions.

	Niveau	Unité de mesure	Échelle spatiale	Résolution spatiale	Planification du réseau d'AMP	Critères de représentation – Conception de réseaux d'AMP	Évaluation environnementale du choix de l'emplacement du projet[1]	Délimitation de l'habitat essentiel (LEP)	Restauration écologique	Gestion des espèces	Intervention en cas de déversements en milieu marin	Effets cumulatifs aux fins de planification
ÉCOSYSTÉMIQUES	1	Milieu	10 000 km	1 000 km^2	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé
	2	Province	1 000 km	~100 km^2	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé
	3	Biorégion	1 000 km	~10-100 km^2	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé
	4	Caractéristiques biophysiques	100-1000 km	~10-100 km^2	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé
	5	Caractéristiques géomorphologiques	100 km	1-10 km^2	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé
	6	Biotope	100 m-100 km	<1 km^2	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé
	7	Faciès biologiques	10 – 100 m	<100 m^2	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé
	8	Micro-assemblage	10 m	< 1 m^2	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé
FONDÉ SUR LES ESPÈCES	9	Espèce	-	-	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé
	10	Populations	-	-	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé
	11	Gènes	-	-	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé	Un degré de certitude élevé sera utilisé	Un degré de certitude faible sera utilisé	Non utilisé

[1] *Des évaluations environnementales de l'emplacement des projets comprennent, sans toutefois s'y limiter, les sites d'aquaculture, les terminaux de gaz naturel liquéfié, les sites de déchargement de billots et d'autres installations pour lesquelles un examen ou une approbation du MPO peut être nécessaire.*

CONCLUSIONS ET AVIS

Une classification harmonisée des écosystèmes benthiques fondée sur les résultats de la région du Pacifique et des Maritimes a été mise en place et est recommandée pour les futures demandes de classification benthique. Le SCHEM harmonisé constitue une révision de la classification proposée au MPO (2013) et compte onze (11) niveaux. Des approches ont été mises en place pour remplir les niveaux 4 à 7 (sous la biorégion). Bien que cette classification soit hiérarchique en termes d'échelles spatiales, ce ne sont pas toutes les unités ou tous les niveaux qui sont parfaitement ancrés dans le niveau ou l'échelle ci-dessus. Par exemple, une seule unité géomorphologique (niveau 5), comme un creux barométrique, peut s'étendre sur plusieurs unités biophysiques (niveau 4).

Les méthodes utilisées pour élaborer et remplir les niveaux dans le SCHEM harmonisé et la délimitation des unités biophysiques (niveau 4) et géomorphologiques (niveau 5) qui en découlent dans les cartes de classification pour chaque région sont solides et conviennent à leur objectif prévu d'appuyer et d'éclairer les initiatives de planification spatiale marine en ce qui concerne les tendances en matière de diversité d'habitats et de communautés à de multiples échelles spatiales, particulièrement la réalisation de la représentativité et de la répétitivité des critères de conception du réseau d'AMP. Les limites entre les unités biophysiques pourraient représenter des zones de transition plutôt que des indices absolus de la différentiation spatiale entre les habitats ou les collectivités en tenant compte de l'échelle de l'analyse et pourraient constituer une importante unité biophysique.

Les classifications des régions du Pacifique et des Maritimes représentent des variantes de la même approche. La classification de la région du Pacifique sur le plan biophysique (niveau 4) est principalement fondée sur les données biologiques et environnementales, et la classification des Maritimes est principalement fondée sur les données environnementales qui sont pondérées avec l'information provenant des analyses biologiques antérieures dans la région. Il convient de mentionner que des méthodes autres que celles qui ont été présentées et examinées dans le cadre de ce processus pourraient être appropriées pour classer les zones en unités écologiques à différents niveaux de la hiérarchie.

On recommande de mener une enquête sur les tendances spatiales dans la composition des espèces et dans les données environnementales à plusieurs variables sur l'ensemble du plateau néo-écossais dans la région des Maritimes afin de déterminer si des tendances biogéographiques et écologiques similaires de communautés d'espèces se maintiennent à l'échelle biophysique, c.-à-d. si elles fournissent une certaine validation des unités biophysiques définies uniquement par les données environnementales.

Les classifications des régions des Maritimes et du Pacifique n'incluent pas la zone intertidale, bien que cette unité ait été classée de façon indépendante dans chaque région. Comme la zone intertidale peut avoir une valeur pour certains processus de gestion, il est recommandé de mener une enquête plus poussée sur l'intégration appropriée de ces classifications à une unité côtière ou littorale.

L'outil de modélisation du terrain benthique a été utilisé dans la région du Pacifique afin de définir les unités géomorphologiques de niveau 5 sur le fond marin qui sont censées avoir d'importantes associations d'espèces; toutefois, ces corrélations biologiques n'ont pas été validées. Les résultats actuels sont probablement suffisants pour commencer la planification spatiale marine, mais d'autres travaux visant à mieux caractériser ces classifications en fonction de leurs associations d'espèces sont recommandés.

On a proposé un modèle de parcelles de hauts-fonds s'appuyant sur les données sur le substrat pour décrire l'habitat dans les eaux côtières de moins de 50 m de profondeur, mais celui-ci n'a pas été évalué pour remplir les unités du biotope de niveau 6 dans la région du Pacifique. D'autres travaux sont recommandés pour enquêter sur son application dans les eaux plus profondes, et faire face à des problèmes d'échelle. D'autres méthodes qui intègrent l'information biologique pourraient aussi être appropriées et devraient être identifiées et étudiées.

Le faciès biologique de niveau 7 pourrait être représenté par des espèces ou des habitats focaux, étant donné que l'éventail complet des données biologiques avec une résolution et une échelle suffisantes n'est disponible à l'heure actuelle dans aucune des régions. On recommande de recueillir toutes les données disponibles sur la répartition des unités des faciès biologiques à petite échelle de niveau 7 (p. ex. récifs d'éponges siliceuses, zostère et bancs de varech) et d'élaborer et d'évaluer des modèles afin de prévoir les aires de répartition de ces habitats dans la BPNP et la BPSP.

On recommande l'élaboration et la mise en œuvre d'un système de classification des systèmes pélagiques à l'aide du SCHEM benthique harmonisé en tant que modèle.

Des bases de données géospatiales pour gérer les données spatiales et les couches sont une composante essentielle du SCHEM harmonisé. Un soutien continu pour maintenir cette base de données est important pour l'application réussie du SCHEM pour éclairer les décisions de gestion. La collaboration entre les programmes du MPO qui participent à des initiatives de planification spatiale marine (p. ex. planification des AMP, préparation et intervention en milieu marin, aquaculture, protection des pêches) est recommandée pour mettre au point une base de données géospatiales accessibles et complètes et éviter le dédoublement des efforts et les incohérences dans les produits.

Afin de remplir les niveaux de résolution plus élevée du SCHEM, il est recommandé d'examiner plusieurs ensembles de données, notamment (sans s'y limiter) des évaluations environnementales réalisées par des tiers, des connaissances écologiques locales, des connaissances des Premières Nations, des études sur le choix des sites d'aquaculture, des études universitaires et des collections des musées afin de maximiser l'inclusion de données biologiques dans la mesure du possible et s'il y a lieu.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 29 septembre au 2 octobre 2015, examen zonal par les pairs sur l'Évaluation des systèmes de classification hiérarchique de l'écologie marine pour les régions du Pacifique et des Maritimes. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

Greene, H.G., Yoklavich, M.M., Starr, R.M., O'Connell, V.M., Wakefield, W.W., Sullivan, D.E., McRea fils, J.E., Cailliet, G.M. 1999. A classification scheme for deep seafloor habitats. Oceanol. Acta 22: 663-678.

Gregr, E.J., Lessard, J., Harper, J. 2013. A spatial framework for representing nearshore ecosystems. Prog. Oceanogr. 115: 189-201.

MPO. 2009. Élaboration d'un cadre et de principes pour la classification biogéographique des zones marines canadiennes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/056.

MPO. 2012. Planification du réseau d'aires marines protégées dans la biorégion du plateau néo-écossais : objectifs, données et méthodes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/064.

MPO. 2013. Éléments clés de l'élaboration d'un système de classification hiérarchique de l'écologie marine à l'appui d'approches écosystémiques de gestion dans le Canada Pacifique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2013/065.

Pitcher, R., Lawton, P., Ellis, N., Smith, S.J., Incze, L.S., Wei, C.-L., Greenlaw, M.E., Wolff, N.H., Sameoto, J.A., Snelgrove, P.V.R. 2012. Exploring the role of environmental variables in shaping patterns of seabed biodiversity composition in regional-scale ecosystems. J. Appl. Ecol. 49: 670-679.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : (250) 756-7208
Courriel: csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2016

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2016. Évaluation des systèmes de classification hiérarchique de l'écologie marine pour les régions du Pacifique et des Maritimes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/003.

Also available in English:

DFO. 2016. Evaluation of Hierarchical Marine Ecological Classification Systems for Pacific and Maritimes Regions. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2016/003.